

СИНТЕЗ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА В РАСТВОРЕ ЭЛЕКТРОЛИТА ПОД ДЕЙСТВИЕМ РАЗРЯДОВ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ

Ю.В. Титова*, И.Н. Сергеева*, Л.А. Кузьмичева, А.И. Максимов*

*Институт химии растворов РАН**

153045, г. Иваново, ул. Академическая, 1

Ивановский государственный химико-технологический университет

153460, г. Иваново, пр. Ф.Энгельса, 7

Известно, что плазменная обработка инициирует в растворах окислительные процессы. Под действием тлеющего разряда атмосферного давления в растворах образуются различные активные частицы, в частности, пероксид водорода [1-6]. В данной работе исследовалось образование пероксида водорода в растворе электролита под действием тлеющего и диафрагменного разрядов атмосферного давления.

В качестве рабочего раствора использовали 0,1 М раствор Na_2SO_4 с pH 5,5, поскольку в предварительных исследованиях было установлено, что в таком случае образование пероксида водорода максимально. Тлеющий разряд возбуждали между поверхностью электролита и анодом, изготовленным из нержавеющей стали или из алюминия. Схемы ячеек показаны на рис. 1.

Для тлеющего разряда изучалось:

1. Влияние состава газа над поверхностью электролита на накопление H_2O_2 в растворе. В качестве плазмообразующих газов использовали аргон и воздух.
2. Влияние тока разряда на образование H_2O_2 при различных объемах растворов. Токи разряда составляли 10, 20, 30 и 40 мА, объемы раствора – 80, 200 и 500 мл.

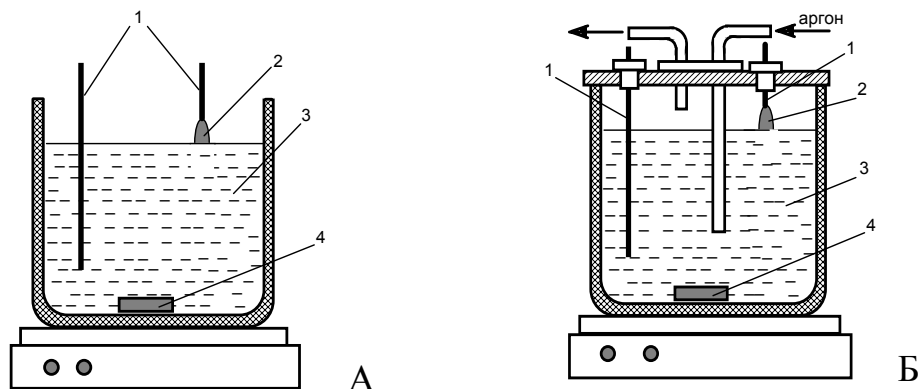


Рис. 1. Принципиальная схема ячеек тлеющего разряда атмосферного давления с электролитным электродом: 1 – электроды, 2 – зона плазмы, 3 – электролит, 4 – магнитная мешалка. А- разряд в воздухе, Б- разряд в аргоне.

Диафрагменный разряд возбуждался в объеме раствора (рис. 2). При этом исследовали накопление H_2O_2 в зависимости от времени плазменной обработки при различных температурах раствора и материалах электродов. Количество пероксида водорода определяли стандартным методом йодометрического титрования.

Кинетические кривые накопления пероксида водорода при различных условиях горения тлеющего разряда представлены на рис. 3.

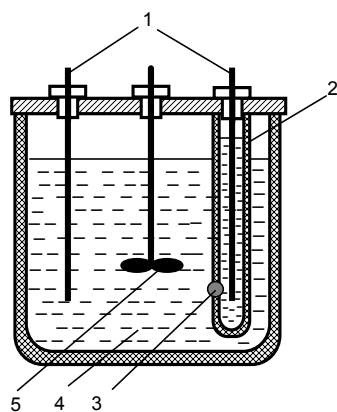


Рис. 2. Принципиальная схема ячейки для диафрагменного разряда.
1 – электроды, 2 – кварцевая ампула, 3 – диафрагма (зона плазмы), 4 – электролит, 5 – мешалка.

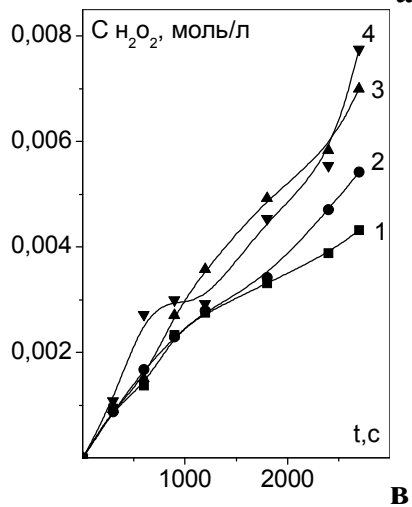
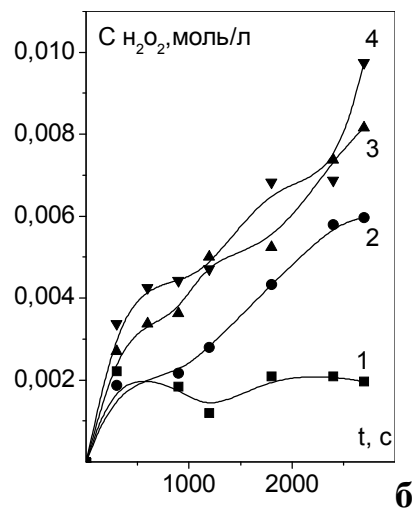
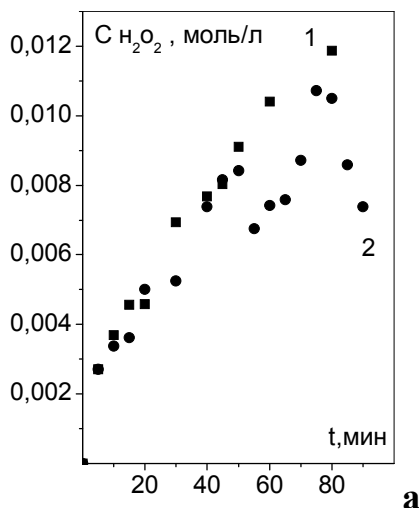


Рис. 3. Накопление пероксида водорода в 0,1 М растворе Na_2SO_4 (pH 5,5) под действием тлеющего разряда.
а) – объем – 80 мл.; ток разряда 30 мА. 1 – разряд в аргоне, 2 – в воздухе
б) – объем раствора 80 мл. Ток разряда: 1 – 10 мА; 2 – 20 мА; 3 – 30 мА; 4 – 40 мА.
в) – объем раствора 200 мл. Ток разряда: 1 – 10 мА; 2 – 20 мА; 3 – 30 мА; 4 – 40 мА.

Было установлено, что при временах плазменной обработки до 50 мин скорость образования пероксида водорода в растворе практически одинакова при горении разряда как в атмосфере аргона, так и воздуха. При дальнейшем воздействии разряда на раствор наблюдаются некоторые различия: в случае аргона концентрация H_2O_2 продолжает монотонно увеличиваться и при времени обработки 80 мин достигает 0,012 моль/л, в то время как использование воздуха ведет к прохождению концентрации H_2O_2 через максимум (рис.3, а). Максимальное содержание пероксида водорода наблюдается при времени обработки 75 минут и составляет 0,011 моль/л. Наблюдаемое различие, по-видимому, определяется реакциями радикалов OH с растворенным кислородом, уменьшающим выход пероксида водорода. Для времени плазменной обработки до 45 мин были определены выходы пероксида водорода по току. При горении разряда в атмосфере аргона выход составил 0,69, при горении разряда в воздухе – 0,66.

Полученные данные (рис. 3, б, в) показывают, что при уменьшении объема обрабатываемого раствора зависимость количества образовавшегося H_2O_2 от тока разряда становится менее выраженной.

Разделение катодного и анодного пространства не оказывает существенного влияния на кинетику накопления H_2O_2 .

В таблице приведены скорости образования пероксида водорода и выходы по току для начальных участков кинетических кривых.

Объем раствора (мл)	Ток разряда (мА)	Скорость образования H_2O_2 (моль/л с)	Выход по току
500	10	$8,3 \cdot 10^{-7}$	4,0
	20	$8,5 \cdot 10^{-7}$	2,0
	30	$9,2 \cdot 10^{-7}$	1,5
	40	$9,9 \cdot 10^{-7}$	1,2
200	10	$1,5 \cdot 10^{-6}$	2,9
	20	$1,9 \cdot 10^{-6}$	1,8
	30	$2,5 \cdot 10^{-6}$	1,6
	40	$2,4 \cdot 10^{-6}$	1,2
80	10	$4,3 \cdot 10^{-7}$	0,3
	20	$2,1 \cdot 10^{-6}$	0,8
	30	$2,6 \cdot 10^{-6}$	0,7
	40	$2,8 \cdot 10^{-6}$	0,5

Накопление пероксида водорода в 0,1 М растворе Na_2SO_4 под действием диафрагменного разряда иллюстрируется рис. 4.

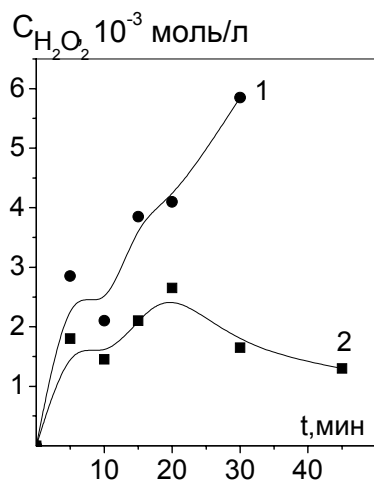


Рис. 4. Накопление пероксида водорода в растворе под действием диафрагменного разряда. Ток разряда 130 мА, объем раствора 300 мл.
1 – электроды из алюминия,
2 – электроды из нержавеющей стали.

Как показали наши эксперименты, на кинетику накопления большое влияние оказывает материал, из которого изготовлены электроды (присутствие железа, в частности, катализирует разложение H_2O_2), и температура раствора (при высокой температуре H_2O_2 также разлагается).

ЛИТЕРАТУРА

1. Маргулис М.А., Гаврилов В.А. // ЖФХ, 1992, Т. 66, № 3, с. 771-775.
2. Masayuki Sato, Takashi Ohgiyama, J.S. Clements // IEEE Transactions on Industry Applications. 1996, V.32, № 1, p.106-112.
3. Bing Sun, Masayuki Sato, J.S. Clements // J. of Electrostatics, 1997, V.39, p.189-202.
4. P. Sunka // Physics of Plasmas, 2001, V. 8, № 5, p. 2587-2594.
5. А.М. Ампиров, Е.М. Баркударов // J.of Physics, 2001, V. 34, p. 993-999
6. Пискарев И.М. // ЖФХ, 2001, Т. 75, № 11, с. 1997-2001.